

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-317911

(43)Date of publication of application : 07.11.2003

(51)Int.Cl.

H05B 3/48  
H05B 3/20

(21)Application number : 2002-123948

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 25.04.2002

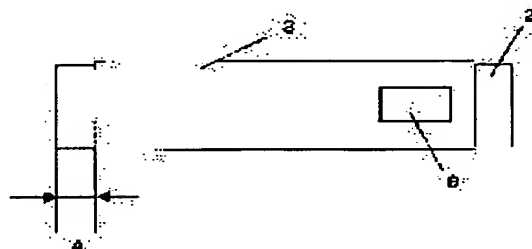
(72)Inventor : KURAHARA EIJI

## (54) CERAMIC HEATER AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem in a ceramic heater wherein its yield is deteriorated since a process of adhering a ceramic sheet on a surface of a ceramic core material is carried out one by one by hand, and the ceramic sheet is wound obliquely when an angle of the ceramic core material lapped on the ceramic sheet is deviated.

**SOLUTION:** A heating resistor and a lead-out part connected with an electrode part are screen-printed on the ceramic sheet. When the ceramic sheet is circumferentially adhered to the ceramic core material with the heating resistor and the lead-out part in an inner side, both ends of the ceramic core material are projected 0.2-3 mm from the ceramic sheet.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-317911

(P2003-317911A)

(43) 公開日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	特許出願公開番号
H 0 5 B 3/48		H 0 5 B 3/48	3 K 0 3 4
3/20	3 9 3	3/20	3 K 0 9 2

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-123948(P2002-123948)

(22) 出願日 平成14年4月25日 (2002.4.25)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町 6 番地

(72) 発明者 藤原 英治

鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

F ターム (参考) 3K034 AA02 AA10 AA20 AA22 AA34

AA37 BB06 BB13 BC04 BC12

CA02 CA27 FA21 JA01

3K092 PP15 QA01 QB02 QB33 QB43

QB74 QB76 QC02 QC38 QC58

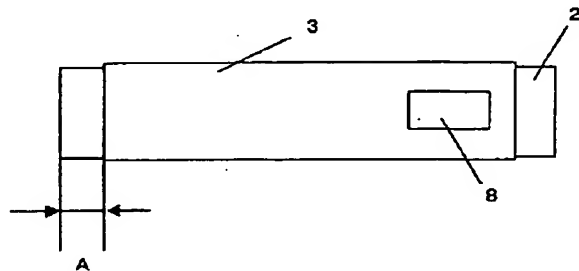
RA05 TT01 TT27 VV03

(54) 【発明の名称】 セラミックヒータおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】セラミック芯材の表面にセラミックシートを密着する工程は一本一本の手加工であるため、セラミックシート上に重ねるセラミック芯材の角度がずれることにより、セラミックシートが斜めに巻きつき、そのためセラミックヒータの良品歩留まりが低下するという問題があった。

【解決手段】セラミックシート上に発熱抵抗体と電極部へ通じる引出部をスクリーン印刷し、該セラミックシートを上記発熱抵抗体と引出部を内側にしてセラミック芯材に周囲密着する際、該セラミック芯材の両端を該セラミックシートより0.2～3mm突出させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミックシート的一方の主面に発熱抵抗体と、これに接続した電極引出部とを備え、他方の主面に上記電極引出部と接続される電極パッドを形成し、このセラミックシートを上記発熱抵抗体と電極引出部を内側にしてセラミック芯材に周回密着して焼成一体化したセラミックヒータにおいて、前記セラミック芯材の両端が前記セラミックシートより0.2～3mm突出していることを特徴とするセラミックヒータ。

【請求項2】上記セラミック芯材の少なくとも一端に面取り加工を施したことを特徴とする請求項1記載のセラミックヒータ。

【請求項3】前記セラミックシートの厚み $t$ と前記セラミック芯材の外径 $p$ の関係が $0.03 \leq t/p \leq 0.3$ であることを特徴とする請求項1記載のセラミックヒータ。

【請求項4】前記セラミック芯材の両端付近の最大外径のばらつきを8%以下とし、さらに前記セラミックシートの厚みばらつきを8%以下としたことを特徴とする請求項1記載のセラミックヒータ。

【請求項5】セラミックシート的一方の主面に発熱抵抗体と、これに接続した電極引出部とを形成し、他方の主面に上記電極引出部と接続される電極パッドを形成し、該セラミックシートを上記発熱抵抗体と電極引出部を内側にしてセラミック芯材に周回密着するとともに、該セラミック芯材の両端が前記セラミックシートより0.2～3mm突出するようにし、この両端に突出したセラミック芯材を把持して移動させることを特徴とするセラミックヒータの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車用酸素センサ加熱用ヒータ、半田ごて、石油ファンヒータの気化器用ヒータ、温水加熱ヒータ等の産業機器用、一般家庭用、電子部品用、産業機器用等の各種加熱用ヒータに利用されるセラミックヒータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、セラミックヒータとして、平板・ロッド状及び管状などの様々な形状をしたものが各用途に合わせて使用されている。中でも、自動車用の排気ガスセンサに使用されているロッド状のヒータは、世界的な地球環境保護の動きに連動して、使用量が増加する傾向にある。

【0003】図1(a)～(c)に、従来使用されているロッド状のセラミックヒータ1の概略図を示す。該セラミックヒータは、発熱抵抗体4と該発熱抵抗体4を内蔵したセラミック体6とからなり、該セラミック体6には、内部の発熱抵抗体4に電力を供給するための金属リード7がろう付けされている。

【0004】また、上記セラミック体6は、セラミック

芯材2に発熱抵抗体4をスクリーン印刷したセラミックシート3を周回密着して焼成一体化し電極パッド8との電氣的導通を取のための電極引出部5を接続してある。

【0005】上記電極パッド8は、引出部5との間のセラミックシート3に導体を充填したスルーホール13を設けることより、両者を電氣的に接続する。

【0006】上記電極パッド8の構造を図1(c)に示す。セラミック体6の表面に形成されたメタライズ9の表面に電解Niめっき、無電解珪素系Niめっきおよび無電解リン系NiめっきのいずれかによるNiめっき10を施し、リード線7をAu-Cu系、Ag系およびCu系のロウ材でロウ付けすることにより固定している。また、セラミックヒータ1の使用環境により、該電極パッド8の温度・湿度などによる劣化を防ぐために、更に電解Niめっき、無電解珪素系Niめっきおよび無電解リン系NiめっきのいずれかによるNiめっき12を施すものもある。なお、管状のセラミックヒータ1は、上記棒状のセラミックヒータ1におけるセラミック芯材2が中空になった構造である。

20 【0007】ここでのセラミック体6および発熱抵抗体4の各組成を述べておくと、セラミック体6は、88～96重量%の $Al_2O_3$ 、3～10重量%の $SiO_2$ 、0.5～2.5重量%の $CaO$ 、0.2～1.2重量%の $MgO$ 、0.5～2.0重量%の $ZrO_2$ からなり、発熱抵抗体4は、W、ReおよびMoからなる群から選ばれる少なくとも1種を主成分とし、有機バインダーおよび適宜添加されるセラミック成分とからなる。

【0008】

30 【発明が解決しようとする課題】従来は、発熱抵抗体4をスクリーン印刷したセラミックシート3を製品サイズに切断し、セラミックシート3の密着面に密着材を塗布し、その上に手作業でセラミック芯材2を重ねたのち、該セラミック芯材2を転がしてその表面にセラミックシート3を密着させていた。しかしながら、この作業は、一本一本の手加工であるため、セラミックシート3上に重ねるセラミック芯材2の角度がずれることにより、セラミックシート3が斜めに巻きつき、そのためセラミックヒータ1の良品歩留まりが低下するという問題があった。

40 【0009】そこで、密着工程を自動化しようとしたが、セラミック芯材2の外径のばらつきやセラミックシート3の厚みばらつきがあり、また、密着するセラミックシート3とセラミック芯材2のセットのばらつきがあるため、セラミック芯材2に対してセラミックシート3が斜めに巻かれてしまい、密着加工済みのセラミック体6を移動する際に、セラミック芯材2の全長からはみ出したセラミックシート3を把持し、これによりセラミックシート3が破断し、ひどいものは発熱抵抗体4に断線が発生するものもあった。

50 【0010】また、周回密着する際に、セラミック芯材

2の外径に対し、セラミックシート3の厚みが厚過ぎると、密着時に密着不良が発生しやすくなり、また、セラミック芯材2の外径に対し、セラミックシート3の厚みが薄過ぎると密着時にセラミックシート3が伸びてしまい、発熱抵抗体4が断線したり、抵抗値が増加しセラミックヒータ1の耐久性が低下したりするという問題があった。

【0011】更にここで、セラミック芯材2の外径とセラミックシート3の厚さの関係で、セラミックシート3が薄すぎると、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着する際にセラミックシート3が伸びてしまい、発熱抵抗体4が断線したり、抵抗値が増加するものが発生して抵抗値がばらついたり、セラミックヒータ1の耐久性が低下したりすることが判った。また、セラミックシート3が厚すぎると、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着した際にセラミックシート3の密着不良が発生しやすくなり、耐久性が低下することが判った。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のセラミックヒータは、セラミックシート3の一方の主面に発熱抵抗体4と、これに接続した電極引出部5とを備え、他方の主面に上記電極引出部5と接続される電極パッド8を形成し、このセラミックシート3を上記発熱抵抗体4と電極引出部5を内側にしてセラミック芯材2に周回密着して焼成一体化したセラミックヒータにおいて、前記セラミック芯材2の両端が前記セラミックシート3より0.2～3mm突出していることを特徴とする。

【0013】また、本発明のセラミックヒータは、上記セラミック芯材2の少なくとも一端に面取り加工を施した

【0014】また、前記セラミックシート3の厚み $t$ と前記セラミック芯材2の外径 $p$ の関係が $0.03 \leq t/p \leq 0.3$ であることを特徴とする。

【0015】また、前記セラミック芯材2の両端付近の最大外径のばらつきを8%以下とし、さらに前記セラミックシート3の厚み $t$ のばらつきを8%以下としたことを特徴とする。

【0016】そして、本発明のセラミックヒータは、セラミックシート3の一方の主面に発熱抵抗体4と、これに接続した電極引出部5とを形成し、他方の主面に上記電極引出部5と接続される電極パッド8を形成し、該セラミックシート3を上記発熱抵抗体4と電極引出部5を内側にしてセラミック芯材2に周回密着するとともに、該セラミック芯材2の両端が前記セラミックシート3より0.2～3mm突出するようにし、この両端に突出したセラミック芯材2を把持して移動させることを特徴とするセラミックヒータの製造方法により作製することが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】以下本発明のセラミックヒータの

実施の形態を、図1を用いて説明する。図1(a)は、セラミックヒータ1の部分切り欠き斜視図であり、(b)は、そのセラミック体6部分の展開図、(c)は、(a)のX-X断面図である。

【0018】セラミックシート3の表面には、発熱抵抗体4と電極引出部5が形成され、さらに、その裏面側に形成される電極パッド8との間をスルーホール13で接合した構造となっている。こうして準備されたセラミックシート3をセラミック芯材2の表面に、前記発熱抵抗体4が内側になるように密着焼成することによりセラミック体6を形成する。そしてさらに、電極パッド8にリード部材7を、ろう材を用いて接合することによりセラミックヒータ1とする。

【0019】本発明のセラミックヒータ1は、セラミックシート3上に発熱抵抗体4とそれにつながる電極引出部5と電極引出部5の裏面に形成される電極パッド8をスクリーン印刷し、該セラミックシート3を上記発熱抵抗体4と電極引出部5を内側にしてセラミック芯材2に周回密着する際、図2に示すように、該セラミックシート3から突出する前記セラミック芯材2の突出量Aを0.2～3mmとしたことを特徴とする。このようにセラミック芯材2を突出させないと、セラミック芯材2の周囲にセラミックシート3を周回密着させたあと、自動機でセラミック芯材2の両端を把持する際に、前記セラミックシート3の位置合わせがずれているとセラミックシート3がセラミック芯材2から突出し、突出したセラミックシート3が自動機の把持により破断したり、場合によっては、発熱抵抗体4が断線したりする。

【0020】なお、突出量Aを0.2～3mmとしたのは、突出量Aが0.2mm未満では、セラミック芯材2にセラミックシート3を密着した後、セラミック体6を移動するためにセラミック体6両端を把持する際に、セラミックシート3からはみ出した密着液が把持する治具に付着し、次の試料に付着したり、もしくは次の試料の把持に悪影響を与えるからである。また、上記突出量Aが3mmを越えると、セラミックヒータ1の最高発熱部が先端から大きくずれてしまい、先端加熱を必要とする酸素センサ加熱用のセラミックヒータ1として使用する場合に、有効に先端加熱できなくなるからである。

【0021】さらに好ましくは、前記突出量Aを0.7～1.5mmとすることが好ましい。

【0022】また、図3(a)、(b)に示すように、セラミック芯材2の少なくとも一端の突出部には、C面もしくはR面の面取り加工を施すことが好ましい。このような加工を施すことにより、例えば、自動機でセラミック芯材2を掴む際や、セラミックヒータ1同志が衝突した際にセラミック芯材2が欠けて、生のセラミック体6の表面に付着して焼成時の反りの原因になったり、ひどい場合は発熱抵抗体4にクラックが発生したりすることを防止することができる。上記面取り加工の寸法Bは

0.1~1.0mm、さらに好ましくは0.3~1.0mmとすることが好ましい。

【0023】本発明のセラミックヒータ1の製造方法は、セラミックシート3を所定の位置に設置する工程、およびその上にセラミック芯材2を置く工程、セラミック芯材2を転がしてその表面にセラミックシート3を密着する工程、上記のようにして作製したセラミック体6の密着の信頼性を向上させるために該セラミック体6を、同一方向に回転する3本のロールの間で回転させる工程からなる。これらの工程を自動化することにより、上記のようなセラミックシート3上にセラミック芯材2を置く工程のバラツキを低減できるが、セラミック芯材2の全長方向の外径バラツキや反りの影響で、セラミックシート3が斜めにセラミック芯材2に巻かれる可能性が残っている。このような点からも本発明のようにセラミックシート3からのセラミック芯材2の突出量Aを0.2~3mmとすることが好ましい。

【0024】また、本発明のセラミックヒータ1は、図4(a)、(b)に示すように、セラミックシート3の厚み $t$ とセラミック芯材2の外径 $p$ の関係が $0.03 \leq t/p \leq 0.3$ であることが好ましい。前記セラミックシート3の厚み $t$ と前記セラミック芯材2の外径 $p$ の関係 $t/p$ が0.03より小さいと、図4(c)中のC1に示すように、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着する際にセラミックシート3が伸びてしまい、発熱抵抗体4が断線したり、抵抗値が増加するものが発生して抵抗値がばらついたり、セラミックヒータ1の耐久性が低下したりするので、好ましくない。また、前記比率 $t/p$ が0.3を超えて大きくなると、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着した際にセラミックシート3の密着不良が発生しやすくなり、耐久性が低下するので、好ましくない。

【0025】また、図5(a)に示すように、前記セラミック芯材2の両端付近の最大外径のばらつき8%以下とし、さらに前記セラミックシート3の長手方向の厚みばらつきを8%以下とすることが好ましい。セラミック芯材2の両端付近の最大外径のばらつきとは両端付近の最大外径 $D1$ 、 $D2$ を測定し、小さい方の外径 $D1$ に対する両外径 $D1$ 、 $D2$ の差の比(%)である。また、セラミックシート3の厚みばらつきとは、セラミックシート3の厚みをセラミック芯材2に巻きつける場合の両端付近の厚みばらつきを測定し、薄い方の厚みに対する厚い方と薄い方の差の比(%)である。この両端側の最大外径のばらつきが8%を超えたり、前記セラミックシート3の厚みばらつきが8%を超えたりすると、図5

(b)に示すように、セラミック芯材2にセラミックシート3を巻きつけた際に、ずれが発生しやすくなる。その結果、図5(c)、(d)に示すように、自動機20にて、該セラミック芯材2とセラミックシート3を周回密着させた製品を把持し移動させるときに、セラミック

シート3が押さえつけられ、破断するため好ましくない。さらに、好ましくは前記最大外径の差および最大厚みばらつきを2%以下にすることが好ましい。

【0026】さらに、本発明のセラミックヒータ1の詳細について説明する。

【0027】本発明のセラミックヒータ1の電極パッド8には、焼成後メッキ層を形成する。このメッキ層は、リード部材7を電極パッド8の表面にロウ付けする際に、ロウ材の流れを良くし、ロウ付け強度を増すためである。通常1~5 $\mu$ m厚みのメッキ層を形成する。メッキ層の材質としては、Ni、Cr、もしくはこれらを主成分とする複合材料を使用することができる。

【0028】リード部7を固定するロウ材層としては、Au、Cu、Au-Cu、Au-Ni、Ag、Ag-Cu系のロウ材が使用される。好ましくは、Au-Cuロウとしては、Au含有量が25~95重量%としAu-NiロウとしてはAu含有量が50~95重量%とすると、ロウ付け温度を1000℃程度に設定でき、ロウ付け後の残留応力を低減できるので良い。また、湿度が高い雰囲気中で使用する場合、Au系、Cu系のロウ材を用いた方が、マイグレーションが発生しにくくなるので好ましい。

【0029】また、ロウ材層の表面には、メッキ層を形成することが腐食からロウ材層を保護するために好ましい。

【0030】また、電極パッド8の端部からロウ材層の端部までの距離が少なくとも0.2mm以上あるようにすることが好ましい。前記距離が0.2mm未満であると、電極パッド8の端部がロウ材の収縮時に引っ張られて剥離しやすくなり、ロウ付け強度が低下するので、好ましくない。

【0031】また、前記電極パッド8に形成されるスルーホール10の位置と前記ロウ材層の端部との距離を少なくとも0.2mm以上にすると、良好なロウ付け強度を維持することができる。これにより、メッキ層の表面に形成したロウ材層が固化する際に大きく収縮し、電極パッド8を剥がしてしまうというような不具合を防止できるからである。

【0032】次にリード部材7の材質としては、耐熱性良好なNi系やFe-Ni系合金等を使用することが好ましい。発熱抵抗体4からの熱伝達により、使用中にリード部材7の温度が上昇し、劣化する可能性があるからである。

【0033】中でも、リード部材7の材質としてNiやFe-Ni合金を使用する場合、その平均結晶粒径を400 $\mu$ m以下とすることが好ましい。前記平均粒径が400 $\mu$ mを超えると、使用時の振動および熱サイクルにより、ロウ付け部近傍のリード部材7が疲労し、クラックが発生するので好ましくない。他の材質についても、例えばリード部材7の粒径がリード部材7の厚みより大

きくなると、ロウ材層とリード部材7の境界付近の境界に応力が集中して、クラックが発生するので好ましくない。

【0034】なお、ロウ付けの際の熱処理は、試料間のバラツキを小さくするためには、ロウ材の融点より十分余裕をとった高めの温度で熱処理する必要があるが、リード部材7の平均結晶粒径を400 $\mu$ m以下と小さくするためには、ロウ付けの際の温度をできるだけ下げ、処理時間を短くすればよい。

【0035】また、W、Mo、Re等の高融点金属を主成分とする発熱抵抗体4のパターン欠陥の幅をパターン幅の1/2以下とすることが好ましい。これは、前記欠陥の幅がパターン幅の1/2を越えると、この部分で局部発熱し、発熱抵抗体4の抵抗値が大きくなり、耐久性が劣化するので、好ましくない。

【0036】このような欠陥が発生する原因は、発熱抵抗体4をプリント形成する時に、プリント製版にゴミが付着したためパターンが欠けてしまったり、異物が混入し焼成時に焼失したりすることにより発生するものと思われる。プリントや密着工程で、生のセラミックグリーンシート3を取り扱う工程があるが、この工程の清浄度を向上させるとともに、万一の欠陥の発生に関して、上記寸法以上の欠陥を取り除くための検査工程の整備が重要である。

【0037】また、セラミック体6の材質としては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>88~95重量%、SiO<sub>2</sub>2~7重量%、CaO0.5~3重量%、MgO0.5~3重量%、ZrO<sub>2</sub>1~3重量%からなるアルミナを使用することが好ましい。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量をこれより少なくすると、ガラス質が多くなるため通電時のマイグレーションが大きくなるので好ましくない。また、逆にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量をこれより増やすと、内蔵する発熱抵抗体4の金属層内に拡散するガラス量が減少し、セラミックヒータ1の耐久性が劣化するので好ましくない。ここで、セラミックスとしてアルミナの例を示したが、本発明で示したことは、アルミナ質セラミックスに限定されることなく、窒化珪素質セラミックス、窒化アルミニウム質セラミックス、炭化珪素質セラミックス等、また、セラミックヒータ1のみならず、Au系のロウ付けを実施する全てのものに当てはまる現象である。

【0038】また、セラミックヒータ1の寸法については、例えば外径が2~20mm、長さが40~200mm程度にすることが可能である。自動車の空燃比センサ加熱用のセラミックヒータ1としては、外径が2~4mm、長さが40~65mmとすることが好ましい。

【0039】さらに、自動車用の用途では、発熱抵抗体4の発熱長さが3~15mmとなるようにすることが好ましい。発熱長さが3mmより短くなると、通電時の昇温を早くすることができるが、セラミックヒータ1の耐久性を低下させる。また、発熱長さを15mmより長く

すると昇温速度が遅くなり、昇温速度を早くしようとするとセラミックヒータ1の消費電力が大きくなるので好ましくない。ここで、発熱長さというのは、図1(b)で示す発熱抵抗体4の往復パターンの部分である。この発熱長さは、その目的とする用途により、選択されるものである。

【0040】

【実施例】以下に、本発明の実施例を示す。

【0041】実施例 1

ここでは、セラミック芯材2のセラミックシート3からの突出量Aと加工性およびセラミックヒータ1の加熱特性について調査した。

【0042】図1(a)~(c)に示すように、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主成分として、92重量%のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、4.5重量%のSiO<sub>2</sub>、1.5重量%のCaO、1.5重量%のMgO、0.5重量%のZrO<sub>2</sub>の組成からなるように調整し有機バインダーなど有機溶剤を添加しスラリーを形成した後、ドクターブレード法にてセラミックシート3を準備した。この表面に、W-Reからなる発熱抵抗体4と電極引出部5をプリントして発熱抵抗体4とし、裏面には電極パッド8を形成するためにWメタライズ9をスクリーン印刷した。そして、Wからなる電極引出部5の末端には、スルーホール13を形成し、ここにペーストを注入することにより電極パッド8と電極引出部5間を接続した。

【0043】次に、上記セラミックシート3と同じ材質に調整し成型用バインダーなど有機溶剤を添加したスラリーを形成した後、押し出し成型により、セラミック芯材2を作製した。次に、セラミックシート3を所定の大きさに切断した後自動機にて、セラミックシート3を所定の位置に設置する工程、およびその上にセラミック芯材2を置く工程、セラミック芯材2を転がしてその表面にセラミックシート3を密着する工程、上記のようにして作製したセラミック体6を、同一方向に回転する3本のロールの間で回転させる工程を実施し、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着させた。なお、セラミック芯材2とセラミックシート3を接着させるため接着剤として、セラミックシート3に有機系の接着剤をスクリーン印刷した。

【0044】今回、セラミック芯材2のセラミックシート3からの突出量Aを-0.5、-0.2、0、0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5mmと変更し、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着し、その後自動機にて両端を把持して移動するようにし、その作業性を確認した。

【0045】セラミックヒータ1の用途のひとつとして、エンジン始動後の早期活性化のために酸素センサを加熱するヒータがあるが、このためには酸素センサ先端部の加熱が必要であることを考慮し、図6に示すよう

に、各サンプルに直流電圧を印加し、該セラミックヒータ1の最高発熱抵抗体4の温度を $950 \pm 2^\circ\text{C}$ に保持し、該セラミックヒータ1により加熱される酸素センサ22先端の温度とセラミック芯材2の突出量Aと関係を熱電対24を用いて温度測定装置23により調査した。

【0046】結果を、表1および表2に示した。

【0047】

【表1】

番号	突出量A	破断数[個]
1	-0.5	10
2	-0.2	9
3	0	2
4	0.1	1
5	0.2	0
6	0.5	0
7	1.0	0
8	1.5	0
9	2.0	0
10	2.5	0
11	3.0	0
12	3.5	0

【0048】

【表2】

番号	突出量A	素子温度 $^\circ\text{C}$
1	0.2	745
2	0.5	730
3	1.0	711
4	1.5	700
5	2.0	690
6	2.5	681
7	3.0	668
8	3.5	650

【0049】表1から、まずセラミック芯材2の突出量Aは0.2～3.5mmが有効であるが、表2から判るように、セラミックヒータ1の加熱特性面からも考慮すると、突出量Aは0.2～3.0mmが好適である。また、セラミック芯材2とセラミックシート3を周回密着したあと、自動機で両端を把持し移動させる際、該セラミック芯材2とセラミックシート3を接着するための接着剤として溶剤系の密着液を塗布しているが、今回、セラミック芯材2の突出量Aが0.5mm以下のものでは、周回密着した際密着液のはみ出し液があり、その後自動機の把持したときに把持部に該密着液が付着し、次のサンプルを把持したときに、サンプルに付着して不良となったり、次の製品の把持がうまくできなくなったりすることが判った。そのため、好ましくは、突出量Aを0.7mm以上とするものが良かった。また、最近の自動車用酸素センサでは排ガス規制の強化に対応するため素子の温度が高温化の傾向にある、かつ温度精度が必要になるため、突出量は0.7～1.5mmとすることが好ましい。

【0050】実施例 2

次に、セラミック芯材2の面取り特性について調査した。

【0051】今回、セラミック芯材2の面取り量を調査

するため、図3(a)、(b)に示すようにセラミック芯材2の両端に0.05、0.1、0.2、0.3、0.5、0.8、1.0mmの面取りを形成した後

で、セラミック芯材2をセラミックシート3に周回密着したあと、還元雰囲気中の約 $1600^\circ\text{C}$ で焼結させた。

【0052】サンプルは、面取りの寸法Bを8種類に変化させたものを各20本作製した。評価方法については、図7に示すように、試料のセラミックヒータ1を45度傾斜の高さ50cmのスロープから滑らせ、セラミックヒータ1の先端に衝撃を加え、その後クラックチェック液(探傷液)に浸漬し、双眼顕微鏡10倍でセラミック芯材2およびセラミックシート3の欠け及びクラック発生数を確認した。

【0053】結果を表3に示した。

【0054】

【表3】

面取り量B[mm]	欠け・クラック数[個]
0	8
0.05	1
0.1	0
0.2	0
0.3	0
0.5	0
0.8	0
1.0	0

【0055】表3から判るように、面取りの寸法Bとセラミックシート3の欠けおよびクラック発生数の関係から、面取りの寸法Bは0.1～1.0mm、さらに酸素センサに使用する素子の内面形状を考慮すると0.3～1.0mmとすることが好ましい。

【0056】実施例 3

次に、図4(a)、(b)に示すように、セラミックシート3の厚みtとセラミック芯材2の外径pの関係を調査した。

【0057】上記実施例1同様にサンプルを作製する課程で、意図的にセラミックシート3の厚みtを変えてかつセラミック芯材2の外径pは3.3mmに固定し、セラミックシート3を周回密着した。

【0058】サンプルは、セラミックシート3の厚みtを10種類変えて各20本作製した。評価方法について、セラミックヒータ1として図4(c)中のC1に示すような、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着する際にセラミックシート3が伸びてしまい、発熱抵抗体4が断線し、抵抗値が増加する原因となるセラミックシート3の破れと、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着した際にセラミックシート3の合わせ溝の密着不良との発生数を双眼顕微鏡10倍で確認した。結果を表4に示した。

【0059】

【表4】

セラミックシート厚みt(mm)	ラミック芯材外径p(mm)	t/p	セラミックシート破れB:密着不良
0.03	3.31	0.01	8
0.10	3.31	0.03	0
0.17	3.30	0.05	0
0.33	3.31	0.10	0
0.50	3.30	0.15	0
0.66	3.29	0.20	0
0.82	3.29	0.25	0
0.99	3.30	0.30	0
1.16	3.31	0.35	2
1.32	3.31	0.40	7

【0060】表4から判るように、 $t/p$ が、0.03より小さいと、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着する際にセラミックシート3が伸びてしまい、発熱抵抗体4が断線したり、抵抗値が増加するものが発生して抵抗値がばらついたり、セラミックヒータ1の耐久性が低下したりしたので、好ましくない。また、前記比率 $t/p$ が0.3を超えて大きくなると、セラミック芯材2にセラミックシート3を周回密着した際にセラミックシート3の密着不良が発生しやすくなり、耐久性が低下するので、好ましくない。セラミックシート3の厚み $t$ とセラミック芯材2の外径 $p$ の比 $t/p$ の関係は、 $0.03 \leq t/p \leq 0.3$ とすることが好ましい。

#### 【0061】実施例 4

次に、図5(a)、(b)に示すように、セラミック芯材2の両端付近の最大外径およびセラミックシート3の厚みばらつきとその加工性について調査した。

#### 【0062】今回、セラミック芯材2の両端付近の最大\*

芯材外径D1(mm)	芯材外径D2(mm)	(D2-D1)/D1×100[%]	破断数(個)
2.82	3.01	16%	8
2.83	2.89	10%	6
2.82	2.83	8%	0
2.82	2.75	5%	0
2.63	2.68	2%	0
2.63	2.63	0%	0

#### 【0065】

##### 【表6】

セラミックシート厚みばらつき	破断数(個)
15%	5
10%	1
8%	0
5%	0
2%	0
0%	0

【0066】表5、表6から判るように、セラミック芯材2の両端付近の最大外径D1、D2の比率およびセラミックシート3の厚みばらつきは8%以下が好ましい。さらにセラミックシート3の破断状態を確認すると8%では発熱抵抗体4に到達していない微小のクラックがあったため、それを考慮し好ましくは5%以下とする。

#### 【0067】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、セラミックシート的一方の主面に発熱抵抗体と、これに接続した電極引出部とを備え、他方の主面に上記電極引出部と接続される電極パッドを形成し、このセラミックシートを上記発熱抵抗体と電極引出部を内側にしてセラミック芯材に周回密着して焼成一体化したセラミックヒータにお

\* 外径D1、D2のばらつきおよびセラミックシート3の厚みばらつきの関係を調査するため、上記実施例1同様にサンプルを作製する課程で、セラミック芯材2の両端付近の外径A・Bの比率およびセラミックシート3の厚みばらつきを変えたものを準備し、セラミック芯材2をセラミックシート3に周回密着した。その後、自動機の把持部20にて両端を把持した。

【0063】サンプルは、セラミック芯材2の両端付近の外径D1、D2の比率を6種類およびセラミックシート3の厚みばらつきを6種類、各10本作製した。評価方法について、図5(c)、(d)に示すように、自動機の把持部20で両端を把持したときセラミックシート3が押さえつけられ、破断する数量を双眼顕微鏡10倍で確認した。

#### 【0064】

##### 【表5】

30 いて、前記セラミック芯材の両端が前記セラミックシートより0.2～3mm突出するように加工することにより、量産に有利な自動化工程でセラミックヒータを作製する際に、作業性が良好で、且つ断線しにくい寿命の良好なセラミックヒータを得ることができるようになった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明のセラミックヒータの斜視図であり、(b)はその展開図であり、(c)は(a)のX-X断面図である。

40 【図2】本発明のセラミックヒータの側面図である。

【図3】(a)(b)は、本発明のセラミックヒータの一方端の側面図である。

【図4】本発明のセラミックヒータを示し、(a)は側面図、(b)は断面図、(c)は側面図である。

【図5】(a)～(d)は、本発明のセラミックヒータの評価方法を示す図である。

【図6】本発明のセラミックヒータの評価方法を示す図である。

50 【図7】本発明のセラミックヒータの衝撃試験装置の概略図である。

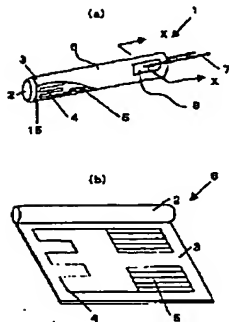


## 【符号の説明】

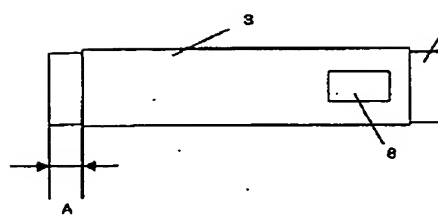
- 1：セラミックヒータ  
2：セラミック芯材  
3：セラミックシート  
4：発熱抵抗体  
5：電極引出部  
6：セラミック体  
7：リード線  
8：電極パッド

- \* 9：メタライズ  
10：Niめっき  
11：ろう材  
12：Niめっき  
13：スルーホール  
14：溝  
15：発熱抵抗体  
20：把持部  
\* 21：電源

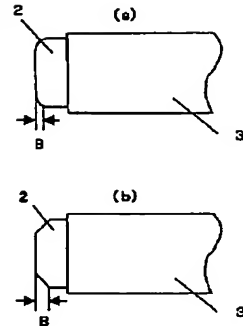
【図1】



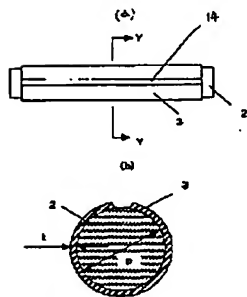
【図2】



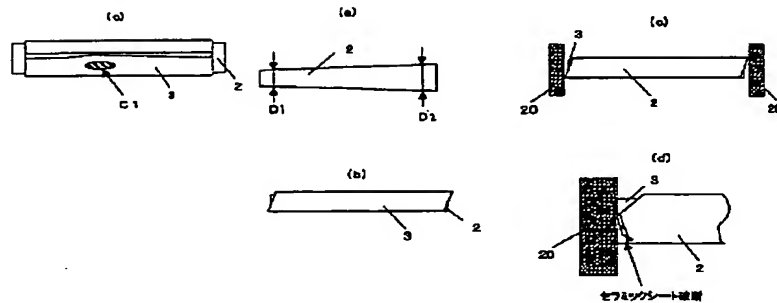
【図3】



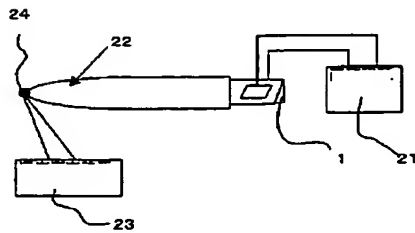
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

